





Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

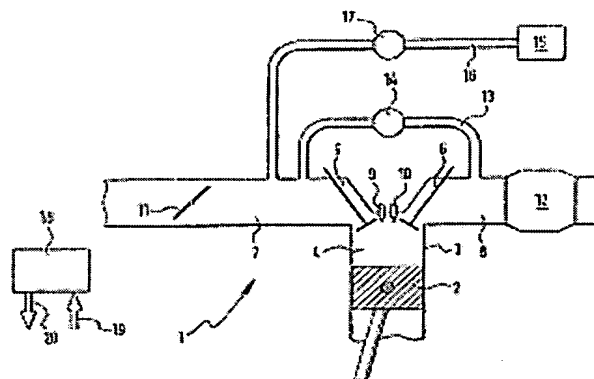
Patent number: DE19936202
Publication date: 2001-02-08
Inventor: BOERKEL WOLFGANG (DE)
Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)
Classification:
- **international:** F02M25/08; F02B3/04; F02B17/00; F02D19/08
- **european:** F02D35/00D4G, F02D41/30C, F02B17/00D, F02B1/04, F02B3/02, F02M25/08
Application number: DE19991036202 19990731
Priority number(s): DE19991036202 19990731

Also published as:

 WO0109501 (A)
 WO0109501 (A)
 EP1206635 (A1)
 EP1206635 (A1)

Abstract of DE19936202

The invention relates to an internal combustion engine (1), especially for use in a motor vehicle, provided with a combustion chamber (4) in which air can be drawn via a throttle valve (11). Fuel can be directly injected into the combustion chamber by an injection valve (9) in a first operating mode during an induction phase or in a second operating mode during a compression phase, and the fuel can be ignited by a spark plug (10). An air/fuel mixture can be fed to the combustion chamber (4) via a tank ventilation assembly (15, 16, 17). The internal combustion engine (1) is controlled and/or regulated by the control device (18) in such a way that, in the second operating mode, a lean air/fuel mixture is drawn into the combustion chamber (4) via the throttle valve (11) and via the tank ventilation assembly (15, 16, 17) and is ignited by fuel which is additionally injected into the combustion chamber (4) and ignited therein.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 36 202 A 1

51 Int. Cl. 7:
F 02 M 25/08
F 02 B 3/04
F 02 B 17/00
F 02 D 19/08

21 Aktenzeichen: 199 36 202.5
22 Anmeldetag: 31. 7. 1999
43 Offenlegungstag: 8. 2. 2001

DE 199 36 202 A 1

71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

74 Vertreter:
Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188
Stuttgart

72 Erfinder:
Boerkel, Wolfgang, 71701 Schwieberdingen, DE

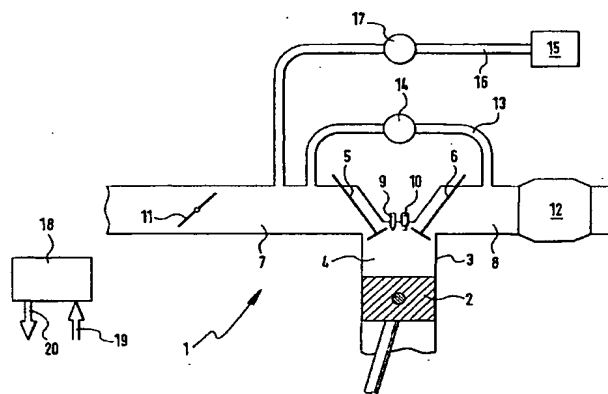
56 Entgegenhaltungen:
DE 196 17 386 C1
DE 197 28 112 A1
US 49 55 339
EP 04 88 254 B2
EP 09 69 197 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine

57 Es wird eine Brennkraftmaschine (1) insbesondere für ein Kraftfahrzeug beschrieben, die mit einem Brennraum (4) versehen ist, in den Luft über eine Drosselklappe (11) ansaugbar ist, in den Kraftstoff in einer ersten Betriebsart während einer Ansaugphase oder in einer zweiten Betriebsart während einer Verdichtungsphase direkt von einem Einspritzventil (9) einspritzbar und von einer Zündkerze (10) entzündbar ist. Ein Luft/Kraftstoffgemisch kann über eine Tankentlüftung (15, 16, 17) dem Brennraum (4) zugeführt werden. Durch das Steuergerät (18) wird die Brennkraftmaschine (1) derart gesteuert und/oder geregelt, dass in der zweiten Betriebsart über die Drosselklappe (11) und über die Tankentlüftung (15, 16, 17) ein mageres Luft/Kraftstoff-Gemisch in den Brennraum (4) angesaugt und mittels in den Brennraum (4) zusätzlich eingespritzten und entzündeten Kraftstoffs entzündet wird.



DE 199 36 202 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Luft über eine Drosselvorrichtung, insbesondere über eine Drosselklappe in einen Brennraum angesaugt wird, bei dem Kraftstoff in einer ersten Betriebsart während einer Ansaugphase oder in einer zweiten Betriebsart während einer Verdichtungsphase direkt in den Brennraum eingespritzt und entzündet wird, und bei dem ein Luft/Kraftstoff-Gemisch über eine Tankentlüftung in den Brennraum angesaugt wird. Ebenfalls betrifft die Erfindung ein Steuergerät für eine Brennkraftmaschine insbesondere eines Kraftfahrzeugs sowie eine Brennkraftmaschine insbesondere für ein Kraftfahrzeug.

Ein derartiges Verfahren, ein derartiges Steuergerät und eine derartige Brennkraftmaschine sind beispielsweise bei einer sogenannten Benzin-Direkteinspritzung bekannt. Dort wird der Kraftstoff in einem Homogenbetrieb während der Ansaugphase oder in einem Schichtbetrieb während der Verdichtungsphase in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt. Der Homogenbetrieb ist vorzugsweise für den Vollastbetrieb der Brennkraftmaschine vorgesehen, während der Schichtbetrieb für den Leerlauf- und Teillastbetrieb geeignet ist. Beispielsweise in Abhängigkeit von dem angeforderten Drehmoment wird bei einer derartigen direkteinspritzenden Brennkraftmaschine zwischen den genannten Betriebsarten umgeschaltet.

Im Homogenbetrieb kann über eine Tankentlüftung ein Luft/Kraftstoff-Gemisch dem Brennraum zugeführt werden. Da die über die Drosselklappe angesaugte Luft und die direkt während der Ansaugphase in den Brennraum eingespritzte Kraftstoffmasse bis zur Entzündung homogen verwirbelt werden, entsteht insgesamt ein homogenes Gemisch in dem Brennraum. Das Lambda des Luft/Kraftstoff-Gemischs in dem Brennraum kann damit über eine Lambda-Regelung auf einen Sollwert gesteuert und/oder geregelt werden.

Auf diese Weise kann über eine derartige Tankentlüftung im Homogenbetrieb ein mit Kraftstoff aufgeladenes Aktivkohlefilter wieder entladen werden. Der in einem Kraftstofftank verdunstende Kraftstoff kann damit über die Tankentlüftung verwertet werden. Eine derartige Entladung nimmt jedoch eine relativ lange Zeitdauer in Anspruch. Dies hat zur Folge, dass die Brennkraftmaschine nur noch kurz in dem kraftstoffsparenden Schichtbetrieb betrieben werden kann.

Im Schichtbetrieb besteht die Gefahr, dass das über die Drosselklappe und die Tankentlüftung zusätzlich angesaugte Luft/Kraftstoff-Gemisch aufgrund seines geringen Kraftstoffanteils nicht entzündet wird, so dass unverbrannter Kraftstoff in die Umwelt abgegeben wird.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine zu schaffen, mit dem ein möglichst geringer Kraftstoffverbrauch bei gleichzeitig möglichst geringer Abgabe von unverbranntem Kraftstoff an die Umwelt erreichbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in der zweiten Betriebsart über die Drosselklappe und über die Tankentlüftung ein mageres Luft/Kraftstoff-Gemisch in den Brennraum angesaugt wird, und dass mittels in den Brennraum zusätzlich eingespritzten und entzündeten Kraftstoffs das magere Luft/Kraftstoff-Gemisch entzündet wird. Bei einem Steuergerät und einer Brennkraftmaschine der jeweils eingangs genannten Art wird die Aufgabe entsprechend ge-

löst.

Durch den im Schichtbetrieb zusätzlich eingespritzten und entzündeten Kraftstoff entsteht eine sogenannte Fackelzündung. Diese entzündet das magere, über die Drosselklappe und über das Tankentlüftungsventil angesaugte Luft/Kraftstoff-Gemisch.

Dabei sollte das über die Drosselklappe und die Tankentlüftung angesaugte Luft/Kraftstoff-Gemisch möglichst mager sein. Eine Entflammbarkeit durch den Zündfunken ist nicht erforderlich. Gleichzeitig sollte das Luft/Kraftstoff-Gemisch jedoch so fett sein, dass es, wenn es durch die Fackel entzündet ist, durchbrennt. Dazu werden die Drosselklappe und das Tankentlüftungsventil entsprechend eingestellt.

Der Beladungsgrad des Aktivkohlefilters wird durch kurze Probeentlüftungen sowie durch deren Auswirkungen auf das Lambda des Abgases ermittelt. Dabei sollten die Probeentlüftungen möglichst im Homogenbetrieb stattfinden, da hier das Lambda des Abgases am genauesten bestimmt werden kann.

Im Hinblick auf den Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine wird eine möglichst geringe Androsselung eingestellt.

Gegebenenfalls müssen das Tankentlüftungsventil und das Aktivkohlefilter größer als üblich dimensioniert werden, um die benötigten Kraftstoffmengen liefern zu können. Aus denselben Gründen ist eine Entlüftung auch erst ab einem gewissen Füllstand des Aktivkohlefilters sinnvoll.

Insgesamt wird damit die Möglichkeit eröffnet, dass nicht nur im Homogenbetrieb, sondern auch im Schichtbetrieb die Tankentlüftung eingesetzt wird. Die vollständige Verbrennung des über die Tankentlüftung zugeführten Luft/Kraftstoff-Gemischs wird dabei durch die zusätzlich direkt eingespritzte und entzündete Kraftstoffmasse gewährleistet. Es entsteht damit kein unverbrannter Kraftstoff, der die Umwelt gefährden würde.

Gleichzeitig kann der Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine im Schichtbetrieb durch das über die Tankentlüftung zusätzlich zugeführte Luft/Kraftstoff-Gemisch verbessert werden. Der Schichtbetrieb kann aufgrund des über die Tankentlüftung zusätzlich angesaugten Luft/Kraftstoff-Gemischs zur Erzeugung eines größeren Moments eingesetzt werden. Damit muss seltener auf den kraftstoffaufwendigeren Homogenbetrieb umgeschaltet werden.

Ebenfalls wird durch den Betrieb der Tankentlüftung auch im Schichtbetrieb erreicht, dass die gesamte Tankentlüftung leistungsfähiger wird und mehr verdunsteter Kraftstoff als bisher einer Verbrennung zugeführt werden kann. Dies stellt eine weitere Kraftstoffeinsparung bei gleichzeitiger Verminderung der erzeugten Schadstoffe dar.

Es versteht sich, dass der erfindungsgemäße Einsatz der Tankentlüftung im Schichtbetrieb kombiniert werden kann mit dem bekannten Einsatz der Tankentlüftung im Homogenbetrieb.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird die insgesamt eingespritzte Kraftstoffmasse aus der Masse des in dem mageren, über die Tankentlüftung angesaugten Luft/Kraftstoff-Gemischs enthaltenen Kraftstoffs und der Masse des zusätzlich eingespritzten Kraftstoffs zusammengesetzt.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Masse des zusätzlich eingespritzten Kraftstoffs in Abhängigkeit von der insgesamt einzuspritzenden Kraftstoffmasse und von der Masse des in dem mageren, über die Tankentlüftung angesaugten Luft/Kraftstoff-Gemischs enthaltenen Kraftstoffs ermittelt wird.

Damit wird gewährleistet, dass das von der Brennkraftmaschine erzeugte Moment durch das Steuergerät genau auf

das erwünschte Moment gesteuert und/oder geregelt werden kann. Dabei berücksichtigt das Steuergerät einerseits das aus dem Luft/Kraftstoff-Gemisch resultierende Moment, wie auch das aus der direkt eingespritzten Kraftstoffmasse resultierende Moment.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird, wenn das magerere Luft/Kraftstoff-Gemisch alleine zündfähig ist, kein zusätzlicher Kraftstoff eingespritzt. Dies stellt einen homogenen Magerbetrieb der Brennkraftmaschine dar, der allein über die Tankentlüftung erreicht wird.

Der Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine ist dabei zwar schlechter als im Schichtbetrieb, aber es ist in dem homogenen Magerbetrieb möglich, das Aktivkohlefilter zu regenerieren, ohne in den vom Wirkungsgrad noch schlechteren Lambda-gleich-Eins-Betrieb umzuschalten. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn z. B. längere Zeit bei sehr niedrigen Lasten und hohen Außentemperaturen gefahren wurde und das Aktivkohlefilter überzulaufen droht, da in diesem Fall im Schichtbetrieb ohne Androsselung keine Tankentlüftung wegen des dann zusätzlich erzeugten Moments möglich ist.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, im Schichtbetrieb mit Fackelzündung die Drosselklappe und das Tankentlüftungsventil nur teilweise zu öffnen und somit in einen gedrosselten Betrieb überzugehen.

Da jedoch beide beschriebenen Möglichkeiten schlechter als der ungedrosselte Schichtbetrieb sind, sollten sie nur im beschriebenen Ausnahmezustand eingesetzt werden.

Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn zur Beeinflussung des entstehenden Moments die Tankentlüftung und/oder die Drosselklappe gedrosselt werden. Damit wird ein Anstieg des von der Brennkraftmaschine erzeugten Moments über das von einem Fahrer erwünschte Moment verhindert.

Eine weitere Möglichkeit, das Aktivkohlefilter schnell zu regenerieren, ergibt sich im Homogenbetrieb während der Ausräumphasen eines NO_x-Speicherkatalysators. Während dieser Ausräumphasen sollte mit Lambda gleich Eins gefahren werden. Die Anfertigung kann dann mit Hilfe des Kraftstoffs der Tankentlüftung erfolgen. Dabei kann das zusätzlich über das Einspritzventil erzeugte Luft/Kraftstoff-Gemisch sogar mager sein.

Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Steuerelements, das für ein Steuergerät einer Brennkraftmaschine, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, vorgesehen ist. Dabei ist auf dem Steuerelement ein Programm abgespeichert, das auf einem Rechenggerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist. In diesem Fall wird also die Erfindung durch ein auf dem Steuerelement abgespeichertes Programm realisiert, so dass dieses mit dem Programm versehene Steuerelement in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Programm geeignet ist. Als Steuerelement kann insbesondere ein elektrisches Speichermedium zur Anwendung kommen, beispielsweise ein Read-Only-Memory oder ein Flash-Memory.

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

Die einzige Figur der Zeichnung zeigt eine schematische

Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine.

In der Figur ist eine Brennkraftmaschine 1 eines Kraftfahrzeugs dargestellt, bei der ein Kolben 2 in einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3 ist mit einem Brennraum 4 versehen, der unter anderem durch den Kolben 2, mindestens ein Einlassventil 5 und mindestens ein Auslassventil 6 begrenzt ist. Mit dem Einlassventil 5 ist ein Ansaugrohr 7 und mit dem Auslassventil 6 ist ein Abgasrohr 8 gekoppelt.

Im Bereich des Einlassventils 5 und des Auslassventils 6 ragen ein Einspritzventil 9 und eine Zündkerze 10 in den Brennraum 4. Über das Einspritzventil 9 kann Kraftstoff in den Brennraum 4 eingespritzt werden. Mit der Zündkerze 10 kann der Kraftstoff in dem Brennraum 4 entzündet werden.

In dem Ansaugrohr 7 ist eine drehbare Drosselklappe 11 untergebracht, über die dem Ansaugrohr 7 Luft zuführbar ist. Die Menge der zugeführten Luft ist abhängig von der Winkelstellung der Drosselklappe 11. In dem Abgasrohr 8 ist ein Katalysator 12 untergebracht, der der Reinigung der durch die Verbrennung des Kraftstoffs entstehenden Abgase dient.

Der Kolben 2 wird durch die Verbrennung des Kraftstoffs in dem Brennraum 4 in eine Hin- und Herbewegung versetzt, die auf eine nicht-dargestellte Kurbelwelle übertragen wird und auf diese ein Drehmoment ausübt.

Ein Abgasrückführrohr 13 verbindet das Abgasrohr 8 und das Ansaugrohr 7. In dem Abgasrückführrohr 13 ist ein Abgasrückführventil 14 untergebracht. Insgesamt wird auf diese Weise eine Abgasrückführung realisiert. Die Abgasrückführung kann, muss jedoch nicht zwingend vorhanden sein.

Ein Aktivkohlefilter 15 ist über ein Tankentlüftungsrohr 16 mit dem Ansaugrohr 7 verbunden. In dem Tankentlüftungsrohr 16 ist ein Tankentlüftungsventil 17 untergebracht. Das Aktivkohlefilter 15 ist einem Kraftstofftank zugeordnet. Aus dem Kraftstofftank verdunsteter Kraftstoff wird in dem Aktivkohlefilter 15 aufgenommen und zwischengespeichert. Bei geöffnetem Tankentlüftungsventil 17 kann der zwischengespeicherte Kraftstoff über das Tankentlüftungsrohr 16 in das Ansaugrohr 7 angesaugt werden. Insgesamt ist auf diese Weise eine Tankentlüftung realisiert.

Ein Steuergerät 18 ist von Eingangssignalen 19 beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 darstellen. Beispielsweise ist das Steuergerät 18 mit einem Luftmassensensor, einem Lambda-Sensor, einem Drehzahlsensor und dergleichen verbunden. Des Weiteren ist das Steuergerät 18 mit einem Fahrpedalsensor verbunden, der ein Signal erzeugt, das die Stellung eines von einem Fahrer betätigbaren Fahrpedals und damit das angeforderte Drehmoment angibt. Das Steuergerät 18 erzeugt Ausgangssignale 20, mit denen über Aktoren bzw. Steller das Verhalten der Brennkraftmaschine 1 beeinflusst werden kann. Beispielsweise ist das Steuergerät 18 mit dem Einspritzventil 9, der Zündkerze 10, der Drosselklappe 11 und dem Tankentlüftungsventil 17 und dergleichen verbunden und erzeugt die zu deren Ansteuerung erforderlichen Signale.

Unter anderem ist das Steuergerät 18 dazu vorgesehen, die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 zu steuern und/oder zu regeln. Beispielsweise wird die von dem Einspritzventil 9 in den Brennraum 4 eingespritzte Kraftstoffmasse von dem Steuergerät 18 insbesondere im Hinblick auf einen geringen Kraftstoffverbrauch und/oder eine geringe Schadstoffentwicklung gesteuert und/oder geregelt. Zu diesem Zweck ist das Steuergerät 18 mit einem Mikroprozessor versehen, der in einem Speichermedium, insbesondere in einem Flash-Memory ein Programm abgespeichert hat, das

dazu geeignet ist, die genannte Steuerung und/oder Regelung durchzuführen.

In einer ersten Betriebsart, einem sogenannten Homogenbetrieb der Brennkraftmaschine 1, wird die Drosselklappe 11 in Abhängigkeit von dem erwünschten Drehmoment teilweise geöffnet bzw. geschlossen. Der Kraftstoff wird von dem Einspritzventil 9 während einer durch den Kolben 2 hervorgerufenen Ansaugphase in den Brennraum 4 eingespritzt. Durch die gleichzeitig über die Drosselklappe 11 angesaugte Luft wird der eingespritzte Kraftstoff verwirbelt und damit in dem Brennraum 4 im Wesentlichen gleichmäßig verteilt. Danach wird das Kraftstoff/Luft-Gemisch während der Verdichtungsphase verdichtet, um dann von der Zündkerze 10 entzündet zu werden. Durch die Ausdehnung des entzündeten Kraftstoffs wird der Kolben 2 angetrieben. Das entstehende Drehmoment hängt im Homogenbetrieb unter anderem von der Stellung der Drosselklappe 11 ab. Im Hinblick auf eine geringe Schadstoffentwicklung wird das Kraftstoff/Luft-Gemisch möglichst auf Lambda gleich Eins eingestellt.

In dieser ersten Betriebsart ist es möglich, das Tankentlüftungsventil 17 zu öffnen und damit zusätzlich zu der direkt eingespritzten Kraftstoffmasse ein Luft/Kraftstoff-Gemisch aus dem Aktivkohlefilter 15 in den Brennraum 4 anzusaugen. Die in dem angesaugten Luft/Kraftstoff-Gemisch enthaltene Kraftstoffmasse kann von dem Steuergerät 18 über Veränderungen von Lambda, die über den Lambda-Sensor erfasst werden, ermittelt und damit bei der Bestimmung der direkt eingespritzten Kraftstoffmasse berücksichtigt werden.

In einer zweiten Betriebsart, einem sogenannten Schichtbetrieb der Brennkraftmaschine 1, wird die Drosselklappe 11 weit geöffnet. Der Kraftstoff wird von dem Einspritzventil 9 während einer durch den Kolben 2 hervorgerufenen Verdichtungsphase in den Brennraum 4 eingespritzt, und zwar örtlich in die unmittelbare Umgebung der Zündkerze 10 sowie zeitlich in geeignetem Abstand vor dem Zündzeitpunkt. Dann wird mit Hilfe der Zündkerze 10 der Kraftstoff entzündet, so dass der Kolben 2 in der nunmehr folgenden Arbeitsphase durch die Ausdehnung des entzündeten Kraftstoffs angetrieben wird. Das entstehende Drehmoment hängt im Schichtbetrieb weitgehend von der eingespritzten Kraftstoffmasse ab. Im Wesentlichen ist der Schichtbetrieb für den Leerlaufbetrieb und den Teillastbetrieb der Brennkraftmaschine 1 vorgesehen.

Vorzugsweise in der ersten Betriebsart, aber gegebenenfalls auch in der zweiten Betriebsart wird der Beladungszustand des Aktivkohlefilters 15 immer wieder überprüft. Hierzu wird das Tankentlüftungsventil 17 kurzzeitig geöffnet und die daraus resultierende Veränderung von Lambda mittels des Lambda-Sensors erfasst. Daraus kann von dem Steuergerät 18 diejenige Kraftstoffmasse ermittelt werden, die aus dem Aktivkohlefilter 15 als Luft/Kraftstoff-Gemisch ansaugbar ist.

Überschreitet das Aktivkohlefilter 15 einen vorgebbaren Beladungszustand, so wird das Tankentlüftungsventil 17 geöffnet. Gleichzeitig wird die Drosselklappe 11 derart angesteuert, dass insgesamt über das Tankentlüftungsventil 17 und die Drosselklappe 11 ein mageres Luft/Kraftstoff-Gemisch in den Brennraum 4 angesaugt wird. Dieses magere Luft/Kraftstoff-Gemisch verteilt sich in dem Brennraum 4 weitgehend gleichmäßig und damit homogen. Das daraufhin in dem Brennraum 4 vorhandene Luft/Kraftstoff-Gemisch kann derart mager sein, dass es für sich allein gesehen durch einen Zündfunken nicht entzündbar ist.

Es wird dann über das Einspritzventil 9 eine zusätzliche Kraftstoffmasse in den Brennraum 4 direkt eingespritzt. Diese Kraftstoffmasse wird möglichst klein gewählt. Sie ist

abhängig von der Kraftstoffmasse, die in dem über das Tankentlüftungsventil 17 angesaugten Luft/Kraftstoff-Gemisch enthalten ist, und der von dem Steuergerät 18 ermittelten gesamten einzuspritzenden bzw. zuzuführenden Kraftstoffmasse, die zur Erzeugung des erwünschten Moments erforderlich ist.

Die über das Einspritzventil 9 zusätzlich direkt eingespritzte Kraftstoffmasse wird von der Zündkerze 10 entzündet. Es entsteht eine sogenannte Fackelzündung. Durch diese Fackelzündung wird dann das magere Luft/Kraftstoff-Gemisch, das aus dem Aktivkohlefilter 15 in den Brennraum 4 angesaugt worden ist, ebenfalls entzündet.

Das von der Brennkraftmaschine 1 erzeugte Moment setzt sich damit aus demjenigen Moment zusammen, das aus dem mageren Luft/Kraftstoff-Gemisch resultiert, das aus dem Aktivkohlefilter 15 angesaugt worden ist, sowie aus demjenigen Moment, das aus derjenigen Kraftstoffmasse resultiert, die zusätzlich direkt in den Brennraum 4 eingespritzt worden ist. Die beschriebene Betriebsweise der Brennkraftmaschine 1 kann damit erst dann eingesetzt werden, wenn die Brennkraftmaschine 1 ein Moment anfordert, das größer ist als das aus dem mageren Luft/Kraftstoff-Gemisch resultierende Moment.

Die nachfolgend beschriebenen Betriebsarten der Brennkraftmaschine 1 sind im Hinblick auf den Wirkungsgrad weniger vorteilhaft als die vorstehend beschriebene Betriebsart. Die nachfolgenden Betriebsarten sind deshalb nur dann vorgesehen, wenn die vorstehend beschriebene Betriebsart aufgrund einer sehr niedrigen, an der Brennkraftmaschine 1 anliegenden Last und aufgrund eines vollen Aktivkohlefilters 15 nicht durchgeführt werden können.

Falls die Brennkraftmaschine 1 beispielsweise sehr lange bei einer sehr niedrigen Last betrieben worden ist, und falls das Aktivkohlefilter 15 z. B. nach einer längeren Standzeit bei höheren Temperaturen überzulaufen droht, so ist es möglich, durch eine entsprechende Stellung des Tankentlüftungsventils 17 ein homogenes mageres Luft/Kraftstoff-Gemisch allein mit Hilfe der Tankentlüftung und der Luft über die Drosselklappe 11 in den Brennraum 4 bereitzustellen. Gegebenenfalls ist dann dieses aus dem Aktivkohlefilter 15 in den Brennraum 4 angesaugte magere Luft/Kraftstoff-Gemisch ohne eine zusätzlich direkt eingespritzte Kraftstoffmasse entzündbar. In diesem Fall wird keine Kraftstoffmasse zusätzlich eingespritzt und es wird das Luft/Kraftstoff-Gemisch direkt von der Zündkerze 10 entzündet. Dies stellt einen homogenen Magerbetrieb der Brennkraftmaschine 1 dar, der allein durch die Tankentlüftung realisiert wird.

Falls bei den beschriebenen Betriebsweisen der Brennkraftmaschine 1 ein größeres Moment entstehen sollte als angefordert wird, so kann über eine entsprechende Androsselung des Tankentlüftungsventils 17 und/oder der Drosselklappe 11 das erzeugte Moment auf den erwünschten Wert reduziert werden. Dies stellt einen gedrosselten Schichtbetrieb mit Fackelzündung dar. Damit kann die Entstehung eines unerwünschten überhöhten Moments sicher vermieden werden.

Der vorstehend beschriebene Einsatz der Tankentlüftung im Schichtbetrieb kann mit dem ebenfalls beschriebenen Einsatz der Tankentlüftung im Homogenbetrieb kombiniert werden.

Eine weiterer Einsatz der Tankentlüftung ist im Homogenbetrieb während der Ausräumphasen eines NOx-Speicherkatalysators möglich. Durch die zusätzliche Tankentlüftung wird in diesem Fall während des Homogenbetriebs eine Anfeuchtung des Luft/Kraftstoff-Gemischs erreicht, die das genannte Ausräumen des NOx-Speicherkatalysators unterstützt.

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, bei dem Luft über eine Drosselvorrichtung, insbesondere über eine Drosselklappe (11) in einen Brennraum (4) angesaugt wird, bei dem Kraftstoff in einer ersten Betriebsart während einer Ansaugphase oder in einer zweiten Betriebsart während einer Verdichtungsphase direkt von einem Einspritzventil (9) in den Brennraum (4) eingespritzt und von einer Zündkerze (10) entzündet wird, und bei dem ein Luft/Kraftstoff-Gemisch über eine Tankentlüftung (15, 16, 17) in den Brennraum (4) angesaugt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der zweiten Betriebsart über die Drosselklappe (11) und über die Tankentlüftung (15, 16, 17) ein mageres Luft/Kraftstoff-Gemisch in den Brennraum (4) angesaugt wird, und dass mittels in den Brennraum (4) zusätzlich eingespritzten und entzündeten Kraftstoffs das magere Luft/Kraftstoff-Gemisch entzündet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die insgesamt eingespritzte Kraftstoffmasse aus der Masse des in dem mageren, über die Drosselklappe (11) und über die Tankentlüftung (15, 16, 17) angesaugten Luft/Kraftstoff-Gemischs enthaltenen Kraftstoffs und der Masse des zusätzlich eingespritzten Kraftstoffs zusammengesetzt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Masse des zusätzlich eingespritzten Kraftstoffs in Abhängigkeit von der insgesamt einzuspritzenden Kraftstoffmasse und von der Masse des in dem mageren, über die Drosselklappe (11) und über die Tankentlüftung (15, 16, 17) angesaugten Luft/Kraftstoff-Gemischs enthaltenen Kraftstoffs ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass, wenn das magere Luft/Kraftstoff-Gemisch alleine zündfähig ist, kein zusätzlicher Kraftstoff eingespritzt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass zur Beeinflussung des entstehenden Moments die Tankentlüftung (17) und/oder die Drosselklappe (11) gedrosselt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Masse des aus der Tankentlüftung (15, 16, 17) ansaugbaren Kraftstoffs vorab ermittelt wird.
7. Steuerelement, insbesondere Flash-Memory, für ein Steuergerät (18) einer Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, auf dem ein Programm abgespeichert ist, das auf einem Rechenggerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor, ablauffähig und zur Ausführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 geeignet ist.
8. Steuergerät (18) für eine Brennkraftmaschine (1) insbesondere eines Kraftfahrzeugs, wobei die Brennkraftmaschine (1) einen Brennraum (4) aufweist, in den Luft über eine Drosselklappe (11) ansaugbar ist, in den Kraftstoff in einer ersten Betriebsart während einer Ansaugphase oder in einer zweiten Betriebsart während einer Verdichtungsphase direkt von einem Einspritzventil (9) einspritzbar und von einer Zündkerze (10) entzündbar ist, und in den ein Luft/Kraftstoff-Gemisch über eine Tankentlüftung (15, 16, 17) ansaugbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch das Steuergerät (18) in der zweiten Betriebsart über die Drosselklappe (11) und über die Tankentlüftung (15, 16, 17) ein mageres Luft/Kraftstoff-Gemisch in den Brennraum (4) ansaugbar ist, und dass durch das Steuergerät

(18) mittels in den Brennraum (4) zusätzlich eingespritzten und entzündeten Kraftstoffs das magere Luft/Kraftstoff-Gemisch entzündbar ist.

9. Brennkraftmaschine (1) insbesondere für ein Kraftfahrzeug mit einem Brennraum (4), in den Luft über eine Drosselklappe (11) ansaugbar ist, in den Kraftstoff in einer ersten Betriebsart während einer Ansaugphase oder in einer zweiten Betriebsart während einer Verdichtungsphase direkt von einem Einspritzventil (9) einspritzbar und von einer Zündkerze (10) entzündbar ist, und in den ein Luft/Kraftstoff-Gemisch über eine Tankentlüftung (15, 16, 17) ansaugbar ist, und mit einem Steuergerät (18), **dadurch gekennzeichnet**, dass durch das Steuergerät (18) in der zweiten Betriebsart über die Drosselklappe (11) und über die Tankentlüftung (15, 16, 17) ein mageres Luft/Kraftstoff-Gemisch in den Brennraum (4) ansaugbar ist, und dass durch das Steuergerät (18) mittels in den Brennraum (4) zusätzlich eingespritzten und entzündeten Kraftstoffs das magere Luft/Kraftstoff-Gemisch entzündbar ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

